

Analisis Tingkat Polusi Udara Menggunakan Fuzzy Logic

Tashid

Jurusan Teknik Informatika STMIK-AMIK Riau

tashid_pku@yahoo.co.id

Abstrak

Polusi udara menjadi permasalahan besar disetiap kota besar yang disebabkan oleh zat pencemar. Zat pencemar yang menjadi tolak ukur untuk menentukan tingkat polusi udara adalah PM_{10} (Partikulat Matter), SO_2 (Sulfur), CO (Carbon Monoksida), O_3 (Ozon), dan NO_2 (Nitrogen Oksida). Banyak cara yang telah dilakukan untuk meneliti menentukan kadar tingkat pencemaran udara, namun sering menemui banyak kendala sehingga informasi tentang tingkat polusi udara tidak tercapai dengan baik. Penelitian ini akan menerapkan Fuzzy Logic dengan menggunakan metode tsukamoto untuk menentukan tingkat polusi udara, zat pencemar digunakan variabel input. Basis pengetahuan dibangun dengan menggunakan kaidah produksi (IF-Then). Fire strength yang diperoleh pada setiap aturan fuzzy untuk masing zat pencemar pada basis pengetahuan, kemudian dikomposisikan dengan menggunakan rata – rata terbobot. Hasil rata – rata terbobot merupakan output dalam menentukan tingkat polusi udara.

Kata Kunci : Polusi udara, zat pencemar, Fuzzy Logic, tsukamoto

Abstract

Air pollution is becoming a major problem in every large city which is caused by contaminant. Contaminant that can be a benchmark to determine the level of air pollution is PM_{10} (Particulate Matter), SO_2 (Sulfur), CO (Carbon

Monoxide), O_3 (Ozone), and NO_2 (Nitrogen Oxides). Many ways have been done by many researchers to examine and determine the levels of air pollution, unfortunately; its often faced many constraints so that information about the level of air pollution is not well-achieved. This research implement Fuzzy Logic by using the tsukamoto method to determine the level of air pollution, the contaminant used variable inputs. Knowledge base is built by using production rules (IF-Then). Fire strength that was obtained from fuzzy rule for each contaminant in the knowledge base, then it is composed using weighted average. The result of weighted average will be the output in determining the level of air pollution.

Keywords: Air pollution, contaminants, Fuzzy Logic, Tsukamoto

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Polusi udara adalah salah satu persoalan yang dihadapi oleh perkotaan yang di seluruh dunia, begitu juga dengan kota – kota besar yang ada di Indonesia. Kota Pekanbaru sebagai kota yang mempunyai pertumbuhan ekonomi yang begitu pesat dikelilingi oleh industri – industri berskala besar. Sebagai daerah yang mempunyai perkembangan perindustrian dan perdagangan, serta transportasi yang berkembang sangat padat memunculkan persoalan bagi Kota Pekanbaru yaitu polusi udara.

Sumber bahan pencemar udara ada 5 (lima) macam yang merupakan penyebab utama (sekitar 90%) terjadinya pencemaran udara global yaitu: Gas karbon monoksida (CO), Gas-gas nitrogen oksida (NO_x), Gas hidrokarbon (CH), Gas belerang oksida (Sox), Partikulat-partikulat (padat dan cair). Gas karbon monoksida merupakan bahan pencemar yang paling banyak terdapat di udara, sedangkan bahan pencemar berupa partikulat (padat maupun cair) merupakan bahan pencemar yang sangat berbahaya.

Untuk memberikan informasi tingkat pencemaran udara, serta tentang faktor – faktor penyebab terjadinya polusi kepada masyarakat, dilakukan setiap hari melalui *display* ISPU yang dipasang pada tempat strategis, di kota Pekanbaru alat ini hanya ada 3 buah. Sumber data sebelum di tampilkan pada alat *display* ISPU, merupakan hasil rekaman data dari 3 tiga buah stasiun dalam rentang waktu 24 jam antara jam 15.00 sore sampai jam 15 sore besok harinya. Data dari ketiga stasiun ini kemudian dikirim ke alat *display* untuk diproses dan ditampilkan. Kendala yang dihadapi dalam proses mensosialisasikan data ini adalah, alat *display* yang sering rusak

Berdasarkan hal diatas, timbul sebuah gagasan untuk menganalisa bagaimana tingkat polusi udara di Kota Pekanbaru menggunakan alternatif lain. Pada tulisan ini akan dibahas tentang proses pengolahan data pencemaran udara, sehingga diketahui Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Dalam penelitian ini digunakan salah satu metode kecerdasan buatan yaitu *fuzzy logic*, dengan judul “Analisis Tingkat Polusi Udara Menggunakan *Fuzzy Logic*”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, pada tesis ini rumusan masalah ditekankan pada: Bagaimana mengetahui tingkat polusi udara dengan menggunakan metode *fuzzy* dan bagaimana menentukan parameter – parameter yang digunakan dalam model *fuzzy* untuk menentukan tingkat polusi udara.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana tingkat polusi udara di Kota Pekanbaru, untuk mengetahui bagaimana menentukan indeks dan paramameter yang di gunakan dalam menentukan tingkat polusi udara, mengetahui bagaimana penerapan aturan – aturan , variabel, himpunan *fuzzy* dalam menentukan tingkat polusi udara, merancang model *fuzzy* dalam menentukan tingkat polusi udara.

2. Dasar Teori

2.1. Fuzzy Logic

Logika fuzzy diciptakan karena logika boolean tidak mempunyai ketelitian yang tinggi, hanya mempunyai angka logika 0 dan 1 saja. Sehingga untuk membuat sistem dengan ketelitian yang tinggi maka tidak dapat digunakan logika boolean. Istilah yang digunakan dalam fuzzy adalah sebagai berikut:

a. Himpunan *Fuzzy*

Dalam memahami himpunan fuzzy ada 2 (dua) konsep himpunan fuzzy yaitu :

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: MUDA, PAROBAYA, TUA.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti: 40,25, 50, dan sebagainya

Beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami logika *fuzzy*, yaitu:

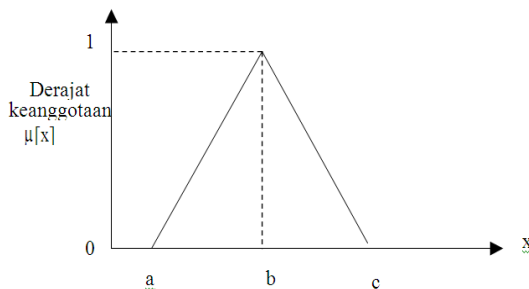
- a. Variabel *fuzzy*, yaitu variable yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh : penghasilan, temperatur, permintaan, umur, dan sebagainya.
- b. Himpunan *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.
- c. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.

d. Domain himpunan samar adalah keseluruhan nilai yang di izinkan dalam semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan riil yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan.

b. Fungsi Keanggotaan

Keanggotaan fuzzy yaitu suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaanya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval 0 dan 1.

1. Representasi Linier : pemetaan input derajat keanggotaan digambarkan sebagai suatu garis lurus.
2. Representasi Kurva Segitiga : merupakan gabungan antara 2 garis (linier).
3. Representasi Kurva Trapesium : nilai keanggotaan dalam bentuk segitiga namun ada beberapa titik yang mempunyai nilai keanggotaan 1.
4. Representasi kurva-S: hamper sama dengan kurva linier namun nilai tidak pasti berurut naik atau turun melainkan fleksibel. Contoh representasi keanggotaan dengan kurva segitiga



Gambar 1. Representasi keanggotaan

$$\mu(x; a, b, c) = \begin{cases} 0 & x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & b < x \leq c \\ 1 & x > c \end{cases}$$

Gambar 2. Fungsi keanggotaan

c. Crisp Input

Nilai input dalam bentuk analog yang diberikan untuk mencari *degree of membership*. Dalam membangun system fuzzy ada beberapa metode penalaran yang sering dikenal antara lain: Metode Tsukamoto, metode Mamdani dan metode Sugeno. Untuk menentukan tingkat polusi udara digunakan metode Tsukamoto.

Metode Tsukamoto dikenal dengan fuzzy penalaran monoton, hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot, untuk mendapatkan output diperlukan tahapan sebagai berikut :

- a. Fuzzyfikasi : input nilai tegas menjadi variable linguistic menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan fuzzy.
- b. Pembentukan basis pengetahuan fuzzy.
- c. Mesin Inferensi : menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai predikat tiap rule dan masing – masing nilai predikat ini digunakan untuk menghitung hasil inferensi secara tegas
- d. Defuzzyfikasi : menggunakan metode rata-rata.

$$z = \frac{apred_1 * z_1 + apred_2 * z_2 + apred_3 * z_3 + apred_4 * z_4}{apred_1 + apred_2 + apred_3 + apred_4}$$

$$apred_1 + apred_2 + apred_3 + apred_4$$

3. Polusi Udara

Polusi udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan atau komposisi udara dari keadaan normalnya. Pencemaran udara disebabkan oleh berbagai macam zat kimia. Dari beberapa macam komponen pencemar udara, komponen-komponen yang paling banyak berpengaruh antara lain : Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x),

Belorang Oksida (SO_x), Hidra Karbon (HC), dan Partikel.

Tabel 1. Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)

<i>Indeks</i>	<i>Kategori</i>	<i>Warna</i>
1 - 50	Baik	Hijau
51 - 100	Sedang	Biru
101 - 199	Tidak Sehat	Kuning
200 - 299	Sangat Tidak Sehat	Merah
300 - lebih	Berbahaya	Hitam

4. Pembahasan

4.1. Permasalahan

Dalam menentukan indeks tingkat pencemaran udara, zat partikulat sebagai zat pencemar dijadikan sebagai input, Variabel *input* terdiri atas PM_{10} , SO_2 , CO, O_3 , dan NO_2 . Variabel *output* yaitu ISPU.

4.2. Menganalisa Masalah

Pendefinisian masalah dilakukan analisa terhadap masalah bagaimana menerapkan permasalahan yang telah definisikan kedalam aturan – aturan *fuzzy* dengan menerapkan metode *Tsukamoto* untuk mendapatkan nilai output crisp adalah pembentukan himpunan *fuzzy* (*fuzzifikasi*), penentuan rules, mesin inferensi, dan *defuzzifikasi*.

4.2.1. Fuzzifikasi

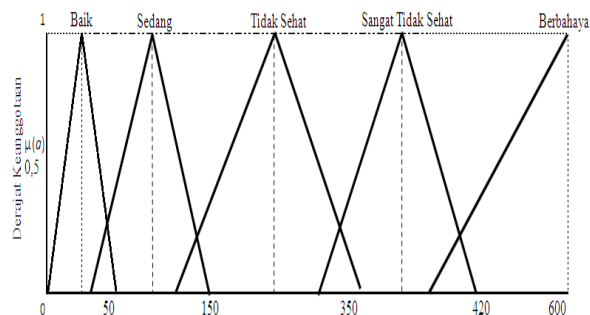
Dalam proses *fuzzifikasi* dilakukan representasi derajat keanggotaan dari tiap variabel input, yang direpresentasikan kedalam kurva segitiga.

Tabel 2. Semesta pembicaraan

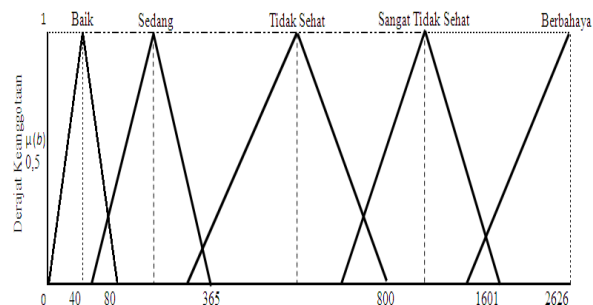
<i>Fungsi</i>	<i>Variabel</i>	<i>No-tasi</i>	<i>Semesta pembicaraan</i>	<i>Ket</i>
<i>Input</i>	PM_{10}	<i>a</i>	[0- 600]	<i>Partikulat</i>
	SO_2	<i>b</i>	[0-2620]	<i>Sulfur</i>

				<i>Dioksida</i>
	<i>CO</i>	<i>c</i>	[0- 57.5]	<i>Carbon Monoksida</i>
	<i>O3</i>	<i>d</i>	[0-1200]	<i>Ozon</i>
	<i>NO2</i>	<i>e</i>	[0-3750]	<i>Nitrogen Dioksida</i>
<i>Output</i>	<i>ISPU</i>	<i>f</i>	[0-500]	<i>Indeks Standar Pencemar Udara</i>

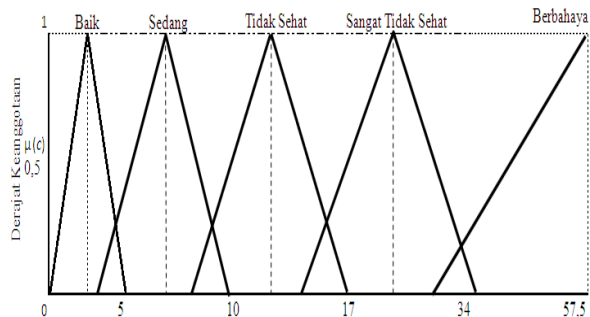
Berdasarkan semesta pembicaraan variabel input direpresentasikan kedalam fungsi derajat keanggotaan sebagai berikut :



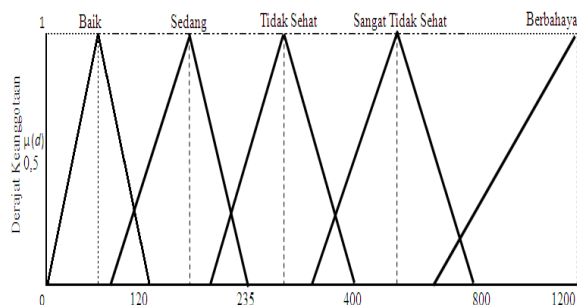
Gambar 3. Derajat keanggotaan variabel PM_{10}



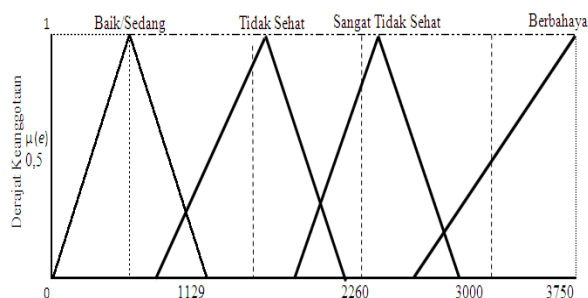
Gambar 4. Derajat keanggotaan variabel SO_2



Gambar 5. Derajat keanggotaan variabel CO



Gambar 6. Derajat keanggotaan variabel O3



Gambar 7. Derajat keanggotaan variabel O3

4.3. Pengumpulan Data

Data yang dijadikan sebagai acuan sebagai analisis adalah data yang telah direkam oleh 3 stasiun pemantau kondisi udara di Kota Pekanbaru. Data yang diambil adalah data selama satu bulan yaitu bulan Januari 2011, rekapitulasi data seperti dibawah ini.

Tabel 3. Rata-rata data dalam 1 bulan pada 3 buah stasiun

Stasiun	PM10	SO2	CO	O3	NO2
Kulim	47,6	38,9	11,5	107,4	13,3
Sukajadi	54,9	76,8	12,5	52,8	0,60
Tampan	77,3	45,8	13,7	91,1	12,0

4.4. Pengolahan Data Dengan Fuzzy Inference Sytem (FIS) Tsukamoto

a. Fuzzifikasi

Tahapan ini merupakan langkah untuk menentukan nilai derajat keanggotaan untuk masing input berdasarkan kepada fungsi keanggotaan yang telah ditentukan

1. Stasiun Kulim

$$\begin{aligned}
 (PM10) \mu_{aBaik}[47,58] &= [50 - 47,58]/50 \\
 &= 0,04 \\
 (SO2) \mu_{bBaik}[38,85] &= [38,80 - 0]/40 \\
 &= 0,48 \\
 (CO) \mu_{bTidakBaik}[11,53] &= [17 - 11,53]/10 \\
 &= 0,54 \\
 (O3) \mu_{cBaik}[107,37] &= [120 - 107,37]/120 \\
 &= 0,10
 \end{aligned}$$

2. Stasiun Sukajadi

$$\begin{aligned}
 (PM10) \mu_{aSedang}[54,89] &= [54,89 - 30]/120 \\
 &= 0,20 \\
 (SO2) \mu_{bSedang}[76,78] &= [76,78 - 50]/315 \\
 &= 0,08 \\
 (CO) \mu_{bTidakBaik}[12,53] &= [17 - 12,53]/10 \\
 &= 0,44 \\
 (O3) \mu_{cBaik}[52,80] &= [52,80 - 0]/120 \\
 &= 0,44
 \end{aligned}$$

3. Stasiun Tampan

$$\begin{aligned}
 (PM10) \mu_{aBaik}[77,34] &= [77 - 30]/120 \\
 &= 0,39 \\
 (SO2) \mu_{bBaik}[45,78] &= [80 - 45,78]/80 \\
 &= 0,42 \\
 (CO) \mu_{bTidakBaik}[13,65] &= [17 - 13,65]/10 \\
 &= 0,33 \\
 (O3) \mu_{cBaik}[91,10] &= [120 - 91,10]/120 \\
 &= 0,24
 \end{aligned}$$

Rule yang digunakan adalah *Rule 1* berdasarkan variabel keanggotaan domain fuzzy.

Rule 7 : Jika PM10 Baik AND SO2 Baik AND CO Tidak Sehat AND O3 Baik AND NO2 Baik Then Pencemaran Tidak Baik

Rule 30 : Jika PM10 Sedang AND SO2 Sedang AND CO Tidak Sehat AND O3 Baik AND NO2 Baik Then Pencemaran Tidak Baik

Rule 24 : Jika PM10 Sedang AND SO2 Baik AND CO Tidak Sehat AND O3 Baik AND NO2 Baik Then

Pencemaran Tidak Baik

b. Mesin Inferensi

Pada tahap ini merupakan proses penalaran (inferensi), proses ini berfungsi untuk mencari suatu nilai mesin inferensi diterapkan fungsi min untuk setiap aturan pada aplikasi fungsi implika fuzzy output dari fuzzy input .

1. Stasiun Kulim

$$\begin{aligned}\alpha_{prediket} &= \mu_{aBaik} \cap \mu_{bBaik} \cap \mu_{cTidakBaik} \cap \mu_{dBaik} \\ &= \text{Min}(\mu_{aBaik}(47,58), \mu_{bBaik}(38,85), \\ &\quad \mu_{cTidakSehat}(11,53), \mu_{dBaik}(107,37)) \\ &= \text{Min}(0,04;0,048;0,54;0,10) \\ &= 0,04\end{aligned}$$

Untuk mencari nilai z berdasarkan himpunan kondisi polusi udara Tidak baik.

$$(z - 50)/50 = 0,04 \rightarrow z_1 = 52$$

2. Sukajadi

$$\begin{aligned}\alpha_{prediket} &= \mu_{aSedang} \cap \mu_{bSedang} \cap \mu_{cTidakSehat} \cap \mu_{dBaik} \\ &= \text{Min}(\mu_{aSedang}(54,89), \mu_{bSedang}(76,78), \\ &\quad \mu_{cTidakSehat}(12,53), \mu_{dBaik}(52,80)) \\ &= \text{Min}(0,20;0,08;0,44;0,44) \\ &= 0,08\end{aligned}$$

Untuk mencari nilai z berdasarkan himpunan kondisi polusi udara Tidak baik.

$$(z - 80)/121 = 0,08 \rightarrow z_1 = 89$$

3. Stasiun Tampan

$$\begin{aligned}\alpha_{prediket} &= \mu_{aSedang} \cap \mu_{bBaik} \cap \mu_{cTidakSehat} \cap \mu_{dBaik} \\ &= \text{Min}(\mu_{aSedang}(77,34), \mu_{bBaik}(45,78), \\ &\quad \mu_{cTidakSehat}(13,65), \mu_{dBaik}(91,10)) \\ &= \text{Min}(0,39;0,42;0,33;0,24) \\ &= 0,24\end{aligned}$$

Untuk mencari nilai z berdasarkan himpunan kondisi polusi udara Tidak baik.

$$(z - 85)/104 = 0,24 \rightarrow z_1 = 109$$

c. Defuzzifikasi

Untuk menentukan nilai tegas digunakan metode rata – rata dengan fungsi implikasi nilai min. Hasil dari mesin *inference* di atas karena ada tiga *rule* yang terpakai, maka nilai yang

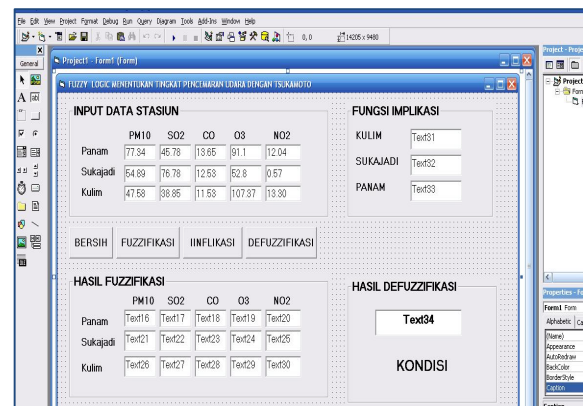
diambil untuk menghasilkan nilai tegas dengan nilai fungsi implikasi min, untuk menentukan nilai z berdasarkan aturan yang digunakan.

$$\begin{aligned}z &= \frac{0,04 \cdot 52 + 0,08 \cdot 89 + 0,24 \cdot 109}{0,04 + 0,08 + 0,24} \\ &= \frac{35,36}{0,36} \\ &= 98,22\end{aligned}$$

Hasil yang didapat dari nilai z dijadikan sebagai acuan untuk menentukan tingkat polusi udara, jadi dapat disimpulkan bahwa kondisi polusi udara di Kota Pekanbaru untuk bulan Mei 2011 dalam kondisi sedang.

5 Pengujian Sistem

Pada tahapan pengujian untuk menentukan tingkat polusi udara menggunakan perangkat lunak *Microsoft Visual Studio 6.0*.



Gambar 8. Menu input data

Setelah data diinputkan proses selanjutnya mencari fungsi implikasi dari masing data yang dimasukkan, hasil implikasi seperti gambar 9 dibawah ini.

FUNGSI IMPLIKASI			
KULIM	0,05	Z1	50
SUKAJADI	0,04	Z2	90
PANAM	0,24	Z3	109

Gambar 9. Fungsi implikasi

Kemudian setelah dilakukan proses fungsi implikasi dilanjutkan dengan proses yang terakhir dalam proses *Fuzzy Inference System (FIS)* dengan metode *tuskamoto* yaitu *defuzzifikasi*, *defuzzifikasi* (pengasaan) adalah langkah terakhir dalam menentukan nilai output proses FIS, hasil defuzzifikasi seperti gambar 10. dibawah ini.



Gambar 10. Hasil defuzzifikasi

6 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan pengujian untuk menentukan tingkat polusi udara di Kota Pekanbaru dengan menerapkan *fuzzy logic* menggunakan metode *tsukamoto* maka dapat disimpulkan :

1. Dalam menentukan tingkat polusi udara dengan *fuzzy logic* menggunakan metode *tsukamoto* dalam menentukan tingkat polusi udara bisa diterapkan namun diperlukan pengkajian yang mendalam.
2. Dalam menetapkan dan menganalisis tingkat polusi udara menggunakan *fuzzy logic* diperlukan aturan dan parameter, dan perlu penambahan *rule* yang lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- [1] Eng. Agus Naba “ Belajar Fuzzy Logic Menggunakan Matlab” CV. Andi Offset, Malang, 2009.
- [2] Decky Irmawan, Khamami Herusantoso (2011) “ Penerapan Logika Fuzzy sebagai Sistem Penunjang Keputusan Prakiraan Cuaca”, e-Indonesia Initiative 2011, Bandung. 2011.
- [3] Fajar Solikin (2011) “Aplikasi Logika Fuzzy Dalam Optimasi Produksi Barang Menggunakan Metode Mandani dan Metode Sugeno”, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Yogyakarta, 2011
- [4] Ganjar Ramadhan (2011),”Menentukan Harga Mobil Bekas Toyota Avanza Menggunakan Metode Tsukamoto,Jakarta, 2011
- [5] Irving Vitra Paputungan, Denni Irawan (2005),”Rancang Bangun sistem Pengundian Sepakbola Menggunakan Logika Fuzzy”, Seminar Nasional Teknologi Informasi 2005, Yogyakarta, 2005.
- [6] Sri Kusumadewi, hari Purnomo,”Aplikasi Logika Fuzzy”,Graha Ilmu, Yogyakarta, 2010.
- [7] Munadi (2008),”Aplikasi Logika Fuzzy Pada Pembukaan Penjejak Panas Satu Sumbu,” Semarang, 2008.
- [8] Rahmawaty (2002),” Dampak Pencemaran Udara Terhadap Tumbuhan “, Universitas Sumatera Utara, 2002.